

A photograph of two astronauts in white space suits working on the exterior of a space station. One astronaut is floating in the foreground, while another is partially visible on the right, standing on a platform. The background shows the Earth's blue and white clouds from space.

ČEŠI ZNOVU DOBÝVAJÍ VESMÍR

KAMIL MIKETA

21 ČESKÝCH STOP V KOSMU

ČESKÉ TECHNOLOGIE OSTŘELUJÍ MARS - HODINKY BULOVA SE TAJNĚ
PROŠLY PO MĚSÍCI - SOLAR ORBITER MÍŘÍ KE SLUNCI - PRVOREPUBLIKOVÝ
HEREC POMÁHAL S RAKETOPLÁNY - LEGENDÁRNÍ PILOT APOLLO SOUČEK
DAL JMÉNO AMERICKÉMU SNU O MĚSÍCI - ASTRONAUTÉ S ČESKOU DNA

MLADÁ FRONTA



MLADÁ FRONTA

ČEŠI ZNOVU DOBÝVAJÍ VESMÍR

21 ČESKÝCH STOP V KOSMU

KAMIL MIKETA

ČEŠI ZNOVU DOBÝVAJÍ VESMÍR

21 ČESKÝCH STOP V KOSMU

KAMIL MIKETA

Text © Kamil Miketa, 2018

Ilustrace © Ing. arch. Michal Postránecký, 2018

Fotografie © European Space Agency (ESA),
National Aeronautics and Space Administration
(NASA) 2018

ISBN 978-80-204-4884-2 (pdf)

*Věnováno in memoriam
všem kosmonautům na palubách kosmických lodí a raketoplánů,
kteří se ze svých odvážných misí již nikdy nevrátili zpět na Zemi.
Zaplatili cenu nejvyšší, aby náš sen o cestách vesmírem
a hledání nových světů nikdy neskončil.*

Zvláštní poděkování autora

*JUDr. Václavu Koberovi a Ing. Ondřeji Švábovi
za skvělou spolupráci při realizaci tohoto projektu.*

*Evropské kosmické agentuře ESA
a Národnímu úřadu pro letectví a kosmonautiku NASA
za laskavé poskytnutí fotografií do této knihy.
Per aspera ad astra!*

21 ČESKÝCH STOP VE VESMÍRU, PSANÝCH UMEM I SRDCEM

„Můj let do kosmu pro mě byl určitě nejsilnějším zážitkem v životě. Ale další z velmi silných okamžiků, na který také nikdy nezapomenu, znamenal být v roce 2008 osobně u toho, když Česká republika oficiálně zahájila spolupráci s Evropskou kosmickou agenturou,“ řekl mi Vladimír Remek, který se stal v roce 1978 prvním českým i evropským kosmonautem v historii, při našem nedávném setkání.

Cesta do „evropského“ vesmíru nám bohužel opravdu trvala tak dlouho. I když Úmluva o založení Evropské kosmické agentury byla podepsaná již 30. května 1975, Česko se stalo 18. členským státem ESA až 12. listopadu 2008.

Češi vlastně nikdy z mezihvězdného prostoru úplně neodešli. V programu Interkosmos jsme ještě téhož roku, kdy odstartoval Vladimír Remek, vypustili z kosmodromu Pleseck družici Magion, kosmického „cvrčka“ o váze pouhých 15 kilogramů. Družic bylo více, ale po rozpadu východního bloku a zániku Interkosmosu v roce 1990 se nad našimi kosmickými projekty zavřelo nebe.

Ted' se do vesmíru vracíme. A s plnou parádou. České technologie na robotickém vozítku Curiosity, které už od roku 2012 brázdí povrch Marsu, sklízí zasloužený obdiv a uznání na celém světě. Stejně jako naše optika, speciální nanolepidla pro raketové nosiče, navigační a měřicí přístroje na palubách raket a družic, tantalové kapacity či speciální sendvičové panely, jimiž jsou potažena zrcadla největších evropských vesmírných teleskopů.

Do kosmu jsme ale chtěli už daleko dříve. Věděli jste třeba, že vynálezce Ludvík Očenášek již ve 30. letech minulého století vypouštěl rakety do mnohakilometrové výšky nad Prahou, vymyslel vzdušné torpédo a raketovou poštu, a jeho projekty a patenty dnes využívá NASA?

A že slavný prvorepublikový herec Antonín Novotný navrhl tepelné štíty pro první americké raketoplány? A znáte třeba příběh českých hodinek Bulova, které se tajně prošly po Měsíci na zápestí velitele Apolla 15 Davida Scotta? Anebo neobyčejné osudy amerických astronautů s českými kořeny?

Tak se připoutejte, startujeme dobývat a poznávat „český“ vesmír!

Kamil Miketa, leden 2018





OBSAH:

21 ČESKÝCH STOP VE VESMÍRU, PSANÝCH UMEM I SRDCEM EDITORIAL	9
NAŠE MÍSTO VE VESMÍRU JUDr. VÁCLAV KOBERA ÚVOD	12
PROČ MÍT ČESKOU STOPU VE VESMÍRU? ČESKÁ STOPA V KOSMU 1	18
LUDVÍK OČENÁŠEK: ČESKÉHO KOROLJOVA ZASTAVÍ AŽ NACISTÉ ČESKÁ STOPA V KOSMU 2	36
CURIOSITY ROZSTŘELUJE MARS LASEREM I DÍKY TECHNOLOGII LANŠKROUNSKÉ AVX ČESKÁ STOPA V KOSMU 3	50
LEGENDÁRNÍ PILOT APOLLO SOUČEK DAL JMÉNO AMERICKÉMU SNU O MĚSÍCI ČESKÁ STOPA V KOSMU 4	56
AKADEMIE VĚD: ČESKÁ VSTUPENKA DO VESMÍRU ČESKÁ STOPA V KOSMU 5	68
DVOŘÁKOVA NOVOSVĚTSKÁ PŘÍSTÁVÁ NA MĚSÍCI (NEJEN) S APOLLEM 11 ČESKÁ STOPA V KOSMU 6	84
ČESKÉ NANOTECHNOLOGIE CHRÁNÍ RAKETY ESA ČESKÁ STOPA V KOSMU 7	94
VLADIMÍR REMEK: Z VESMÍRU POPRVÉ ZAZNÍ ČEŠTINA ČESKÁ STOPA V KOSMU 8	102
KOMPOZITY DO KOSMU MÍŘÍ Z KUNOVICKÉ FIRMY 5M ČESKÁ STOPA V KOSMU 9	114

MAGION ZKOUMÁ IONOSFÉRU NA ORBITĚ, VEGA STARTUJE VSTRÍČ HALLEYOVĚ KOMETĚ	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 10	120
MEDOOSA OD ELIAS PALME OCHRÁNÍ I KOSMODROMY ESA	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 11	130
EUGENE CERNAN: POSLEDNÍ ČLOVĚK NA MĚSÍCI	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 12	138
ULTRAKAPACITORY DOSTALY EGGO SPACE DO VESMÍRNÉ LIGY	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 13	154
HODINKY BULOVA SE TAJNĚ PROŠLY PO MĚSÍCI JAN LIDMAŇSKÝ	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 14	160
PALUBNÍ POČÍTAČE ESC AEROSPACE ŘÍDÍ DRONY, RAKETY I DRUŽICE	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 15	168
HEREC ANTONÍN NOVOTNÝ: MILOVNÍK ZE STŘÍBRNÉHO PLÁTNA POMÁHÁ KONSTRUOVAT RAKETOPLÁNY	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 16	174
DRUŽICOVÁ ELEKTRONIKA CSRC MÍŘÍ Z KROMĚŘÍŽE DO VESMÍRU	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 17	182
ASTRONAUT JIM LOVELL: HOUSTONE, MÁME TU PROBLÉM!	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 18	190
PRVNÍ ČESKÁ NANODRUŽICE KORUNUJE VESMÍRNÉ TAŽENÍ VZLÚ	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 19	202
JOHN BLAHA: VESMÍR JAKO DRUHÝ DOMOV	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 20	208
„HVĚZDNÝ“ INKUBÁTOR POMÁHÁ ČESKÝM START-UPŮM	
ČESKÁ STOPA V KOSMU 21	216
O AUTOROVI	222



Start rakety z kosmodromu ve Francouzské Guyaně, „domovském“ odpališti Evropské kosmické agentury (ESA)



NAŠE MÍSTO VE VESMÍRU

Rok 2018 s sebou nese řadu významných výročí vztahujících se nejen k české státnosti, ale také k české účasti na dobývání, výzkumu a využívání vesmíru. V březnu si totiž připomeneme 40 let od letu prvního československého kosmonauta Vladimíra Remka, v říjnu 40 let od startu první československé družice Magion 1 a v listopadu 10 let od vstupu České republiky do Evropské kosmické agentury (ESA). V červnu si dále připomeneme 90. výročí založení Štefánikovy hvězdárny v Praze na Petříně, uplyne 120 let od doby, co J. J. Frič koupil pozemek v Ondřejově pro vybudování astronomické observatoře, který pak i s dokončenou hvězdárnou předal před 90 lety tehdy Československé republice. V závěru roku 2017 jsme si připomněli také 100 let od založení České astronomické společnosti a 10 let od vstupu České republiky do Evropské jižní observatoře (ESO).



Sídlo Evropské kosmické agentury v Paříži

JSME V ELITNÍM KLUBU ESA

Taková koncentrace různých výročí přímo volá po ohlédnutí, co se od dob letu prvního Čechoslováka do vesmíru a startu prvního Magionu změnilo. A kam jsme se posunuli od vstupu do elitního klubu států ESA.

Velkou změnou je značné rozšíření záběru kosmických aktivit. Od především výzkumných úkolů a pilotovaných letů se těžiště přesunulo k průmyslu a využití družicových dat v pozemních aplikacích. Družicové systémy poskytují obrovské množství informací, které denně využíváme při navigaci v mobilních telefonech, zjišťování předpovědi počasí nebo třeba sledování zpravodajství a sportu z druhé strany planety. Mnohé z těchto aplikací jsou již tak samozřejmé, že je ani nevnímáme, další jsou skryté a tiše podporují fungování klíčových systémů, jako je třeba synchronizace energetických sítí či bankovních plateb.

UMĚLÁ INTELIGENCE MÍŘÍ KE HVĚZDÁM

Mnohé technologie původně určené do vesmíru také našly své uplatnění dole na Zemi. Častým příkladem jsou speciální pevné a přitom lehké kompozitní materiály využívané v letectví, ale také prvky umělé inteligence, které se začínají prosazovat v automobilovém průmyslu. Daleko ve sluneční soustavě, kam rádiový signál letí několik minut, není možné řídit sondy napřímo ze Země. Je proto třeba, aby si na základě podnětů z okolí dokázaly poradit samy. A právě tyto zkušenosti se pak využívají v automatizaci a robotizaci výroby a v provozu na Zemi. Příkladů by se přitom daly najít stovky. Některé z nich vám tato kniha představí, stejně jako vás provede často až neuvěřitelnými příběhy, jak daleko až se dostaly české výrobky a jakým skutečně historickým chvílím sekundovaly. Příkladem mohou být české hodinky na Měsíci.

KOSMOS MĚNÍ I SOUKROMÝ SEKTOR. A OPAČNĚ

Dnešním trendem je masivní nástup soukromého sektoru do kosmických aktivit. Firmy jako SpaceX, Blue Origin, Amazon či Google investují do kosmických technologií a aplikací ohromující částky, často srovnatelné s „kosmickými rozpočty“ středně velkých států. Chceme-li na tomto poli uspět i my v České republice, musíme vytvořit fungující a dobře provázaný „ekosystém“, který bude pokrývat oblasti vzdělávání a šíření povědomí od základních a středních škol přes vysoké školy až



The space you need
to get your business off the



*„Česko se své členství v ESA
naučilo využívat pro nové
technologie, vědu i výzkum,“
říká JUDr. Václav Kobera*



Exoplanety, plazma ve vesmíru, vesmír vysokých energií... I na to se zaměří budoucí mise ESA

po odbornou a laickou veřejnost, vytvořit podpůrné nástroje, které pomohou začínajícím i zavedeným firmám prorazit do kosmického businessu a uchytit se ve velkých dodavatelských řetězcích, stimulovat poptávku po využití služeb družicových systémů v praxi, podporovat přenos technologií z vesmíru na Zemi a obráceně a samozřejmě také podporovat excelentní vědu a získávání nových poznatků. A toto se nám daří. Významně nám k tomu všemu pomáhá členství v ESA, zejména účast v jejich volitelných programech.

Za 10 let jsme se jako Česká republika naučili svého členství v ESA využívat k podpoře rozvoje nových technologií, aplikací i vědy. Nejlepším důkazem je stále se rozšiřující portfolio českých výrobků mířících do vesmíru, poskytovatelů služeb založených na družicových systémech i vědeckých výsledků, o kterých se můžeme dočíst v předních odborných časopisech. Jaké technologie a aplikace to jsou, zjistíte na následujících stránkách.

JUDr. Václav Kobera

*Ředitel odboru inteligentních dopravních systémů,
kosmických aktivit a výzkumu, vývoje a inovací MD ČR*



Brána do vesmíru je Čechům otevřená. Jen račte vstoupit...



PROČ MÍT ČESKOU STOPU VE VESMÍRU?

Historie zapojení České republiky do kosmického výzkumu a do přípravy kosmických technologií a aplikací sahá až do 60. let minulého století. Během té doby čeští vědci a inženýři pracovali na projektech v rámci programu Interkosmos, který skončil s rozpadem východního bloku. V devadesátých letech pak nastaly krušné časy, protože samotná Česká republika nezvládla bez zahraničních partnerů pracovat na větších kosmických projektech a vypouštět jejich výsledky do vesmíru. Šlo totiž o příliš nákladné a technologicky náročné projekty.

Proto se Česká republika koncem devadesátých let začala kontaktovat s Evropskou kosmickou agenturou (ESA) a nejprve v rámci programu pro přípravu experimentů a přístrojů pro kosmické mise (PRODEX) a následně i v rámci programu pro spolupracující státy (PECS) začala opět aktivně spolupracovat na kosmických projektech.



ESOC – středisko ESA pro řízení kosmických misí

PRVNÍ KROKY ČR v ESA: SOLAR ORBITER I MIKROAKCELEROMETRY

Mezi prvními počiny České republiky v ESA byla účast na vědecké misi *Solar Orbiter*. Jejím cílem je pomoci vědcům lépe pochopit způsob utváření heliosféry, jevy na „povrchu Slunce“ a jejich vztah ke slunečnímu větru. Jednotlivé ústavy Akademie věd ČR v úzké spolupráci s českým průmyslem vyrobily pro Solar Orbiter například optiku pro koronograf, speciální sluneční dalekohled, který bude sledovat vnější „atmosféru“ Slunce – korónu. Vědcům se tak naskytne podobný obrázek jako při úplném zatmění Slunce. Kromě koronografu zahrnuje česká účast na projektu také rentgenový spektrometr, modul pro měření vysokofrekvenčních plazmových vln ve slunečním větru, dále vysoce stabilní a spolehlivé nízkonapěťové zdroje a další části přístrojů sondy.

Z dob počátků účasti ČR v programech ESA pocházejí také mikroakcelerometry pro misi SWARM. Zde české ústavy a firmy dokázaly využít svých zkušeností zejména z předchozí české družice Mimososa z roku 2003, určené k výzkumu atmosféry prostřednictvím měření nepatrných zrychlení družice na oběžné dráze. Úkolem SWARM je hlavně měření magnetického pole Země. Výsledky měření pomohou pochopit fungování „zemského dynama“, vlivu Slunce na magnetosféru Země a také procesy, které v magnetosféře Země probíhají, jako jsou přepojování magnetických siločar a další.

Výsledky mise SWARM a modely získané na základě měření této mise budou pomáhat i v praktických aplikacích, např. v družicové navigaci a telekomunikaci. Český mikroakcelerometr je umístěn v těžišti každé ze tří družic mise SWARM a dokáže velmi přesně měřit jejich zrychlení.

Krátce po vstupu ČR do ESA v roce 2008 převzalo od Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, které agendu kosmických aktivit zajišťovalo také prostřednictvím České kosmické kanceláře, o.p.s., odpovědnost za „český vesmír“ Ministerstvo dopravy ČR. Pod jeho vedením ČR vyjednala umístění sídla Agentury pro evropský globální družicový navigační systém (GSA), která má na starosti provoz a využívání systému Galileo a doplňkového systému EGNOS, zpřesňujícího určení polohy od systémů GPS, GLONASS i Galileo.

Kromě Ministerstva dopravy se však na kosmických aktivitách ČR aktivně účastní i další resorty, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo obrany, Ministerstvo zahraničních věcí a také Úřad vlády, pod který spadá evropská agenda, ale i Rada pro vědu, výzkum a inovace.



*V České republice se
vyrábějí vyklápěcí
mechanismy
solárních panelů i pro
telekomunikační síť
IRIDIUM Next*

CO ZNAMENÁ „VYRÁBĚT DO VESMÍRU“?

Kosmické projekty jsou velmi komplikované. Všechny komponenty a přístroje, které letí do vesmíru, musí nejen překonat náročné podmínky startu, kdy na ně působí velké přetížení a vibrace, ale především ještě náročnější podmínky kosmického prostoru. Přístroje musí zvládnout pracovat ve vakuu, při teplotách v rozmezí -150 až +170 stupňů (v případě cest do hloubi sluneční soustavy až -270 stupňů), ve slunečním záření obsahujícím mimo jiné i rentgenové a UV paprsky, před nimiž nás na Zemi chrání atmosféra, a častokrát musí pracovat i ve vysoké radiaci. Každá mise je však specifická, záleží, jestli pracuje „jen“ v blízkém okolí Země, nebo se vydává třeba ke Slunci či k Jupiteru.

„Na kosmických projektech tedy mohou pracovat pouze firmy, které jsou nejen špičkou ve svém oboru, ale také zvládnou náročný proces přípravy hardwaru s požadavkem obstát jak v náročných testech, tak v konkurenci ostatních výrobců. A k tomu vede dlouhá cesta,“ říká Ing. Ondřej Šváb, vedoucí Oddělení kosmických technologií a aplikací Ministerstva dopravy ČR. *„Neméně náročná je i příprava softwaru pro kosmické mise či pro ovládání přístrojů na družicích,“* dodává.

ESA JAKO (NEJEN) ČESKÁ BRÁNA DO VESMÍRU

Od roku 2012 se postupně daří zvyšovat a zintenzivňovat účast na projektech v rámci Evropské kosmické agentury. Ta se pro Českou republiku stala nejvýznamnějším partnerem při realizaci kosmických aktivit a rozvoji českého kosmického průmyslu a akademické sféry.

ESA totiž organizačně, věcně a technicky zajišťuje spolupráci dnes již 22 zemí z Evropy a spolupracující Kanady na náročných projektech, které kromě vědeckého poznání přinášejí především služby používané člověkem prakticky denně, mnohdy aniž by o tom věděl. Jde například o družicové snímky pozorování Země pro předpověď počasí, sledování stability staveb, úrody na polích, využití území, družicovou navigaci v autě či v mobilu, sledování přímého televizního přenosu z druhého konce světa a další. Mnohé z těchto služeb jsou i klíčem k budoucnosti celých odvětví, jako jsou autonomní mobilita, logistika, energetika, finančníctví, smart cities, přesné zemědělství a další.

ESA tedy s pomocí svých členských států připravuje kosmické programy, jejichž výstupem jsou nové technologie a aplikace, kosmické mise či systémy. Požadavky na kosmické mise a jejich hlavní úkoly navrhují obvykle jejich budoucí uživatelé. V případě vědeckých misí to jsou vědecká pracoviště a přední odborníci z členských zemí, v případě telekomunikací či družicové navigace to bývají zástupci příslušných průmyslových a uživatelských komunit v oboru a političtí zástupci členských zemí.

Samotnou výrobu družic však realizuje průmysl, a to na základě jednoduchého principu: čím více do rozpočtu přispějeme, tím více se můžeme v programech a projektech účastnit.

POPTÁVKA PO „KOSMICKÝCH“ SLUŽBÁCH ROSTE

Kosmické aktivity v ESA se dnes týkají především průmyslové spolupráce, do které míří přes 90 procent rozpočtu ESA určeného na projekty. Na přípravě kosmických misí pracují špičkoví odborníci z celé Evropy a díky zvyšujícímu se příspěvku České republiky do ESA tak mohou i čeští inženýři pracovat s těmi nejlepšími na komplexních projektech a zároveň se soustředit jen na oblast, v níž jsou skutečně dobří. To je velmi důležité, protože při takové spolupráci se firmy hodně naučí, získají nové zkušenosti a nové obchodní partnery.

„Právě uplatnění českého průmyslu v nadnárodních konsorciích, která dodávají komplexní kosmické systémy i na komerční bázi, je jedním z hlavních důvodů účasti České republiky v programech ESA,“ říká JUDr. Václav Kobera, ředitel Odboru inteligentních dopravních systémů, kosmických aktivit a výzkumu, vývoje a inovací Ministerstva dopravy.

„Pokud firma dělá pro kosmické mise, všichni vědí, že je skutečnou špičkou v oboru a že je velmi spolehlivá, protože ve vesmíru se většinou nedá nic opravit,“ doplňuje Ondřej Rohlík, specialista na kosmické technologie z Oddělení kosmických technologií a aplikací Ministerstva dopravy.

Poptávka po službách kosmických systémů raketově roste, a proto velmi rychle roste i zájem velkých firem o výstavbu vlastních kosmických systémů. Tato spirála se roztáčí čím dál rychleji. *„Pokud tedy jako Česká republika nechceme zůstat pozadu,*

„Poptávka po aplikacích založených na zpracování družicových snímků, ale i dat dalších družicových systémů, rychle roste,“ říká Ing. Ondřej Šváb, vedoucí Oddělení kosmických technologií a aplikací Ministerstva dopravy ČR.



*musíme se do kosmických projektů co nejdříve zapojit a zaměřit se na věci, které jin-
de v Evropě nebo ve světě moc neumějí. Pak si zajistíme stálé místo v etablovaném
kosmickém průmyslu,*“ doplňuje Václav Kobera.

BÝT MEZI HVĚZDAMI I NĚCO STOJÍ

Od roku 2012 stouply příspěvky ČR do ESA prakticky trojnásobně, na dnešních 32,7 mil. eur ročně. Nad rámec toho má ještě ČR svůj vlastní „kosmický program“, jehož management realizuje prostřednictvím nástrojů ESA, ale obsah definuje samotná Česká republika. Celkový příspěvek do ESA tak šplhá až ke 46 milionům eur v roce 2017 a k obdobné částce v roce 2018.

„Vzhledem k široké mezinárodní spolupráci ESA s jinými organizacemi a agenturami z celého světa, jako je například americká NASA či japonská JAXA, se mohou Češi podílet i na projektech, do nichž je zapojená skutečná světová špička,“ připomíná Michal Reinöhl z Oddělení kosmických technologií a aplikací Ministerstva dopravy, který zastupuje Českou republiku ve Výboru ESA pro mezinárodní vztahy.

Těžít však můžeme také z přítomnosti agentury GSA, která z Prahy řídí evropské programy družicové navigace Galileo a EGNOS. Umístění sídla GSA v roce 2012 do České republiky je ohromným impulzem pro rozvoj kosmických technologií a aplikací v ČR do budoucna.

ČESKÉ FIRMY VE VESMÍRU

Díky dlouhodobé a systematické práci, jednání se zahraničními partnery a výběru správných programů k účasti se nyní v České republice vyrábějí díly pro nosnou raketu *Ariane 5*, vyklápěcí mechanismy solárních panelů pro velké série družic (např. telekomunikační síť IRIDIUM Next), připravují se nové bateriové moduly či speciální optické a elektrooptické komponenty unikátních vlastností.

Firmy pracují na nových materiálech a postupech jejich spojování, elektronických deskách a konektorech s vysokými hustotami spojů. Podobně i na komponentech pro nové platformy telekomunikačních družic či pro snímkovací družice. Nebo na mechanismech pro polohování antén, mechanických částech reakčních kol nezbytných pro stabilizaci družic na oběžné dráze a mnohých dalších technologiích.

Neméně důležité jsou kromě technologií také aplikace založené na datech z družicových systémů. Smyslem družicových systémů je totiž ve většině případů poskytování služeb pro lidi. Družicové snímky a informace o poloze jsou dnes základem